



De invloed van beweiding op de biodiversiteit van kwelders

Veel Noordwest-Europese kwelders zijn van oudsher in gebruik als weidegrond. Als dit gebruik wegvalt, leidt in veel gevallen successie tot een ontwikkeling van een soortenarme Zeekweek-vegetatie. Plaatselijk kan de successie wellicht worden teruggedrukt door kwelders een grotere dynamiek te geven en te streven naar een afslag/aangroei-cyclus. In de praktijk zal echter voor het merendeel van de kwelders behoud en herstel van de biodiversiteit alleen mogelijk zijn bij een actief beheer, zoals beweiding. De vraag ‘welk beweidingsregime welke natuurwaarden oplevert’ bleef hierbij echter onbeantwoord. Voor een antwoord op deze vraag is in 2009 een meerjarig experimenteel onderzoek opgezet, waarin de effecten van verschillende soorten vee in hoge en lage dichtheden op de biodiversiteit met elkaar worden vergeleken. Bijzonder aan het onderzoek is dat binnen hetzelfde project de effecten worden onderzocht op zowel de vegetatie, de ongewervelde fauna, muizen als de vogelbevolking. Dit artikel is gebaseerd op resultaten uit de eerste vier jaar van de proef (2010-2013).

Peter Esselink
Bruno Ens
Georgette Lagendijk
Freek Mandema
Stefanie Nolte
Joost Tinbergen
Roel van Klink
Michiel Wallis de Vries
& Jan Bakker

Experiment in Noord-Friesland Buitendijks
Het onderzoek is opgezet op de kwelders van Noord-Friesland Buitendijks (NFB; fig. 1). Deze kwelders zijn ontstaan uit landaanwinningswerken, waardoor het gebied tamelijk homogeen is en het mogelijk was om drie grote, goed vergelijkbare proefgebieden uit te zoeken. Alle drie lopen ze in hoogte af van een hoge kwelder (0,6 – 0,8 m boven het gemiddeld hoogwaterniveau (GHW)) naar een lage kwelder (0,3 – 0,5 m +GHW). Elk proefgebied werd onderverdeeld in vijf proefvakken van elk bijna 11 hectare groot. Het hoge deel van elk proefvak was steeds begroeid met Kweek (*Elytrigia repens*),

Foto 1. Paarden lopen meer dan runderen, galopperen vaak achter elkaar aan en ze zijn geen herkauwers (foto: Stefanie Nolte).

Zeekweek (*Elytrigia atherica*) en Fioringras (*Agrostis stolonifera*) die ongeveer halverwege in de richting van het wad overging in een lage kwelder met Gewoon kweldergras (*Puccinellia maritima*). In 2010 werden in elk proefgebied de volgende beweidingssystemen ingesteld: intensieve beweiding met paarden of runderen (1 dier/ha) en lichte beweiding met paarden of runderen (0,5 dier/ha), en wisselbeweiding waarover later gerapporteerd zal worden (kader 1). Het weideseizoen op de kwelders van NFB loopt van ongeveer 1 juni tot 15 oktober. In het hoge deel van elk proefvak was een drinkbak voor het vee aanwezig. Sinds 1988 lopen op Duitse kwelders twee vergelijkbare experimenten met schapebeweiding in verschillende dichtheden (Kiehl et al., 1996). Daarom zijn schapen niet in dit experiment opgenomen. Door ruimtegebrek kon de beheervariant ‘niet beweiden’ evenmin volledig in het experiment worden opgenomen. Wel zijn voor enkele onderzoeksvragen, metingen verricht op onbeweide kwelders, zoals in NFB zelf en in de Duitse experimenten (de Vlas et al., 2013).

Runderen of paarden: wat eten ze en hoe gedragen ze zich?

Er is een duidelijk verschil in (graas)gedrag tussen paarden, runderen en schapen, o.a. door verschillen in de spijsverteringstelsels van herkauwers en niet-herkauwers (paarden). Uitgaande van een gelijke lichaams-grootte eten paarden meer dan runderen, doordat paarden vaak meer vezelrijk voedsel eten (Duncan et al., 1990). Paarden en runderen verschillen daarnaast in de manier waarop ze het gras afbijten. Runderen pakken de vegetatie met hun tong en snijden of rukken het daarna af met de tanden onderin hun kaak. Daarbij blijft altijd een paar cm vegetatie staan. Paarden hebben snijtanden boven en onder in hun mond en kunnen de vegetatie tot vlakbij de grond afbijten.

Bij runderen ontstond zowel bij de lage als de hoge veedichtheid een gradiënt in

graasdruk vanaf de drinkplaats op de hoge kwelder naar de lage kwelder. De paarden waren veel mobieler dan de runderen en verspreidden zich meer over het hele proefvak (foto 1 & 2), waardoor zich bij de paarden geen gradiënt in graasdruk ontwikkelde (Nolte, 2014).

Door beweiding ontstaan vaak patronen waarbij plekken met hogere vegetatie worden afgewisseld door kort afgegraste terreindelen. In andere studies is aangetoond dat deze 'patches' door begrazing in stand kunnen worden gehouden, doordat planten op een eenmaal begraasde plek jonge, malse scheuten produceren die opnieuw gegeten kunnen worden (bijv. Dumont et al., 2007). Hierdoor blijft een dergelijke plek aantrekkelijk voor dieren om steeds weer terug te keren, terwijl onbegraasde patches juist vaker onbegraasd blijven, omdat hier geen nieuwe eiwitrijke

scheuten opkomen. Soms kunnen patches mede ontstaan door de aanwezigheid van planten die een zekere bescherming hebben tegen begrazing, bijvoorbeeld door het hebben van doorns of omdat ze minder smakelijk zijn. Een voorbeeld van zo'n onsmakelijke plantensoort is Zeealsem (*Artemisia maritima*). Op een niet te intensief beweidde kwelder blijven dan ook vaak plekken met Zeealsem staan. Herkauwers zijn over het algemeen beter in staat om onsmakelijke of giftige stoffen te neutraliseren dan niet-herkauwers.

Zoals verwacht bleek de gemiddelde vegetatiehoogte afhankelijk van de veedichtheid: hoe hoger de veedichtheid, hoe lager de vegetatie. Verder was het soort vee ook van invloed: paarden hadden een sterker effect op de vegetatiehoogte dan runderen. De verklaring hiervoor is dat paarden meer voedsel nodig hebben dan runderen en ook

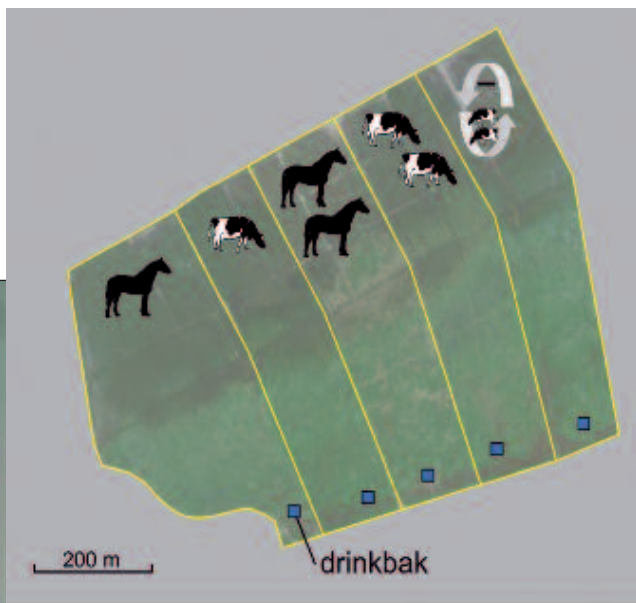


Fig. 1. Overzichtskartaal van de drie proefgebieden in Noord-Friesland Buitendijks. Het middelste proefgebied is uitvergroot en daarin is het beheer in de vijf proefvakken weergegeven. Elk proefvak was bijna 11 hectare groot. Eén dier betekent lichte beweiding met 5 stuks vee per proefvak (0,5 dier/ha), twee dieren betekent intensieve beweiding met 10 stuks vee per proefvak (1 dier/ha). In het meest rechtse proefvak werd wisselbeweiding toegepast door om het jaar intensief (1 rund/ha) en helemaal niet te beweiden. Het meest westelijke proefgebied heeft zes proefvakken, omdat daar ook een permanent onbeweid proefvak aanwezig was.



Kader 1. Wisselbeweiding

Wanneer een kwelder uit beweiding wordt genomen gaat na verloop van jaren vaak Zeekweek overheersen en neemt het aantal plantensoorten af. De eerste jaren na uitsluiten van beweiding is er een overgangsfase met soorten die ineens de mogelijkheid krijgen te gaan bloeien. Deze overgangsfase zou interessant kunnen zijn voor insecten. Daarom hebben we naast de vier behandelde continue beweidingsregimes een vijfde regime met wisselbeweiding ingesteld (fig. 1). Hierbij wordt een jaar niet beweiden gevolgd door een jaar intensieve beweiding met 1 rund/ha. De resultaten van wisselbeweiding worden nog geanalyseerd en hierover zal op een later moment worden gerapporteerd.

meer vertrappen. Bij lichte beweiding ontstonden zowel bij paarden als bij runderen patronen in de vegetatie. De grootte van deze patches verschilde echter: bij paarden waren ze gemiddeld bijna twee keer zo groot als bij runderen (Nolte et al., 2014).

Diversiteit in de vegetatie

In permanente kwadraten (pq's) van 4 m x 4 m (8 per proefvak) werden op de hoge kwelder gemiddeld meer plantensoorten aangetroffen dan op de lage kwelder. Op de lage kwelder werden geen verschillen in soortenrijkdom gevonden tussen de verschillende beweidingsregimes, maar op de hoge kwelder was de soortenrijkdom per pq bij intensieve beweiding hoger dan bij een lichte beweiding. De veesoort was hierbij niet van invloed.

Wel leek bij enkele plantensoorten sprake van een verandering in talrijkheid. Van Zulte of Zeeaster (*Aster tripolium*) is bekend dat de plant gevoelig is voor begrazing (Kiehl et al., 1996). Dit vonden we ook in ons experiment: na vier jaar had Zeeaster, zowel bij runderen als paarden, bij een lichte beweiding een hogere bedekking dan bij een intensieve beweiding. Waarschijnlijk wordt Zeeaster door de aanwezigheid van alkaloiden door paarden nauwelijks gegeten en speelt bij paarden vertrapping van planten een grotere rol dan bij runderen (Nolte et al., 2013).

De verspreiding van Zeekweek als vegetatietype (> 50% bedekking Zeekweek) is onderzocht met behulp van vegetatiekarteringen in 2009 en 2013. Na vier jaar was er een ontwikkeling te zien waarbij Zeekweek onder intensieve beweiding afnam, waarbij het soort vee niet van invloed was.

Zeeaster en insecten

Rond eind augustus kan een kwelder door de bloei van Zeeaster, helemaal paars kleuren. Zeeaster wordt vooral door schapen en runderen veel gegeten (Kiehl et al., 1996; Nolte, 2014). Het effect van beweiding is dan ook kortere planten met minder bloemen. Bovendien gaan er ook planten dood, doordat ze vertrapt worden. Tegelijkertijd is Zeeaster echter één van de belangrijkste waardplanten op de kwelder met een groot aantal fytofage insecten die als larve op of in de plant leven; een aantal hiervan komt alleen op Zeeaster voor. Dit was genoeg reden om in het onderzoek speciale aandacht aan Zeeaster te besteden. De grootte van de plant bleek de belangrijkste factor voor het aantal soorten per afzonderlijke plant. Bij beweiding met

1 rund/ha bleken minstens zevenmaal zoveel planten nodig om dezelfde soortenrijkdom van insecten te herbergen als onder omstandigheden van acht jaar niet beweiden (van Klink, 2014).

Veel insecten, zoals de vliegjes en motjes die in bloemhoofdjes van Zeeaster leven, overwinteren in de bodem. Voor de diversiteit aan ongewervelden is het effect van bodemverdichting onderzocht, maar om logistieke redenen alleen voor beweiding met runderen. Bodemverdichting bleek nadelig voor de strooisellaag en de bodemstructuur, en daarmee voor ongewervelden die daarin leven (van Klink et al., 2015). Het is daarom aannemelijk dat beweiding met een veedichtheid van 0,5 dier/ha beter is dan met een dichtheid van 1 dier/ha, en doordat paarden actiever zijn en meer vertrappen, dat beweiding met runderen beter is voor het strooisel- en bodemleven dan beweiding met paarden (van Klink, 2014).

Zweefvliegen, bijen en vlinders hebben op kwelders wel heel direct te maken met beweiding, omdat ze op zoek zijn naar bloemen met stuifmeel en nectar. Het bloemaanbod veranderde over het seizoen met een duidelijke piek rond eind augustus door de bloei van de hoogopgaande Zeeaster. Hierdoor werden de meeste bloembezoekende insecten waargenomen in de nazomer. Beweiding had een negatief effect op het aanbod aan bloemhoofdjes van Zeeaster en daardoor indirect ook op het aantal bloembezoekende insecten (van Klink, 2014; fig. 2). Het aantal bloembezoekende insecten was het laagst bij beweiding met 1 dier/ha, zowel bij paarden als bij runderen.

Beweiding en vogelbevolking

De vogelaantallen in de proefvakken zijn bijna vier jaar lang gevolgd via 14-daagse transectellingen. Tijdens 95 telrondes werden, verdeeld over 60 soorten, in totaal 14423 vogels geteld (de ganzen buiten beschouwing gelaten – zie later). Inge-deeld naar functionele groepen, was er bij drie van de vijf groepen (nl. broedvogels, wintervogels en roofvogels) een licht positief effect van beweiding met 0,5 paard/ha en 1 rund/ha, maar deze effecten waren niet significant. De soortensamenstelling van de waargenomen vogels verschilde evenmin tussen de verschillende beheerregimes. Eigenlijk werden er meer veranderingen in de vogelwereld verwacht, omdat er door de verschillen in beweiding wel verschillen ontstonden in de vegetatie. Mogelijk was voor vogels de schaal van de proef aan de kleine kant. Daarnaast kan bij broedvogels plaatstrouw in combinatie met de korte duur van het onderzoek van invloed zijn geweest (zie ook de volgende paragraaf).

Broedvogels en patronen in vegetatiestructuur

We verwachtten dat de beweidingsregimes via effecten op de vegetatie de nestgelegenheid voor vogels zouden kunnen beïnvloeden. Voor Scholekster (*Haemetopus ostralegus*) en Tureluur (*Tringa totanus*) hebben we onderzocht of deze soorten een voorkeur hebben voor een bepaalde vegetatiehoogte en variatie in vegetatiehoogte. In totaal werden in de proefvakken 29 scholeksterneesten en 22 tureluurneesten gevonden. Zowel Scholeksters als Tureluurs bleken op plekken te broeden met een significant

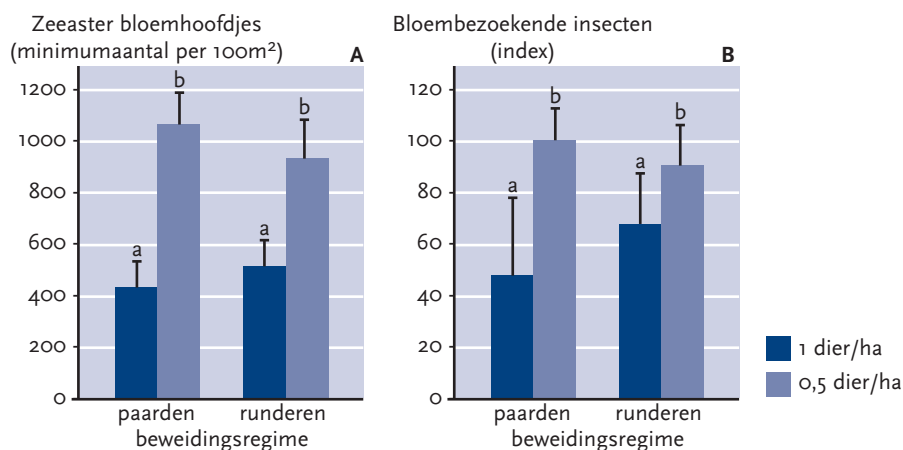


Fig. 2. Op basis van een driejarige waarnemperiode een vergelijking van (A) het gemiddelde aanbod aan bloemhoofdjes van Zeeaster en (B) het aantal bloembezoekende insecten per transect tussen de vier beheervarianten. Het aantal bloembezoekende insecten was hoger bij lichte beweiding dan bij intensieve beweiding, maar verschilde niet tussen de soorten grazers. Staafjes met eenzelfde letter waren niet significant verschillend.



Foto 2. Runderen gedragen zich meestal heel rustig en liggen bovendien langdurig te herkauwen (foto: Petra Daniels).

hogere vegetatie en meer variatie in vegetatiehoogte dan gemiddeld elders in hetzelfde proefvak (Mandema et al., 2014a; fig. 3). In de beweidingsproef bleken zowel veesoort als veedichtheid verschillen in vegetatiehoogte en -structuur op te leveren die van belang zouden kunnen zijn voor Tureluur en Scholekster. Na een jaar van beweiding waren de hoogte en de variatie in hoogteverschillen in de vegetatie bij 0,5 dier/ha significant groter dan bij 1 dier/ha. Er was verwacht dat Tureluurs voor een hogere en meer afwisselende vegetatie zouden kiezen dan Scholeksters, en ook dat er in het tweede onderzoeksjaar relatief meer vogels zouden gaan broeden in de proefvakken met een lichte beweiding. Dit hebben we niet gevonden. Kennelijk waren ook in de proefvakken met 1 dier/ha voldoende geschikte nestplaatsen te vinden. Hierbij zou eventuele plaatstrouw van

vogels een rol kunnen spelen, vooral bij langlevende soorten als Scholekster en Tureluur.

Uit een analyse van gegevens van het hele Waddengebied blijkt dat Graspieper (*Anthus pratensis*) de hoogste dichtheden bereikt in gebieden met een intermediair aandeel van lage en hoge vegetatie (Mandema et al., 2015). Een positief effect van een afwisseling in vegetatiestructuur of -hoogte is in de literatuur bij meer graslandvogels gevonden. Eén verklaring is dat bij een aantal soorten de hoge vegetatie belangrijk is als nesthabitat. Een mogelijk tweede verklaring loopt via het voedselaanbod. In hoge vegetatie is het aanbod aan potentiële prooidieren veel hoger dan in korte vegetatie (van Klink et al., 2013). De prooidieren in hoge vegetatie zouden voor vogels echter weleens moeilijk vindbaar of vangbaar kunnen zijn. Vogels zouden die

prooien eventueel wel kunnen bemachtigen door de overgangen tussen hoge en korte vegetatie af te zoeken. Om het effect van de vegetatiestructuur op de foerageerstrategie van broedende Graspiepers te onderzoeken zijn midden in de drie onderzoeksgebieden 3-meter hoge observatietorens neergezet van waaruit de kwelder goed kon worden overzien. Hier vandaan werden nesten gelokaliseerd en kon worden waargenomen waar de oudervogels hun voedsel zochten. Om te zien wat Graspiepers aan hun jongen voerden werden poepjes verzameld van jonge vogels in het nest. Tevens werd het voedselaanbod onderzocht in drie vegetatiestructuurklassen, namelijk: in lage (<10 cm), iets hogere (10 – 20 cm) en hoge (> 20 cm) vegetatie. Jonge Graspiepers kregen in verhouding tot het aanbod relatief grote prooien gevoerd, namelijk grote spinnen (> 5 mm) en rupsen (ca. 2 cm) elk met een aandeel van 38%. Kleine spinnetjes, kleine kevers, cicaden, spuugbeestjes, wantsen, soldaatjes en lieveheersbeestjes waren daarentegen ondervertegenwoordigd in het dieet (van Klink et al., 2014). In tegenstelling tot de verwachting lieten foeragerende Graspiepers geen voorkeur zien voor plekken met veel overgangen tussen lage en hoge vegetatie en ze hadden evenmin een voorkeur voor hele korte vegetatie, hetgeen consistent is met het feit dat we geen verschillen in broedvogeldichtheden tussen de beweidingsregimes zagen.

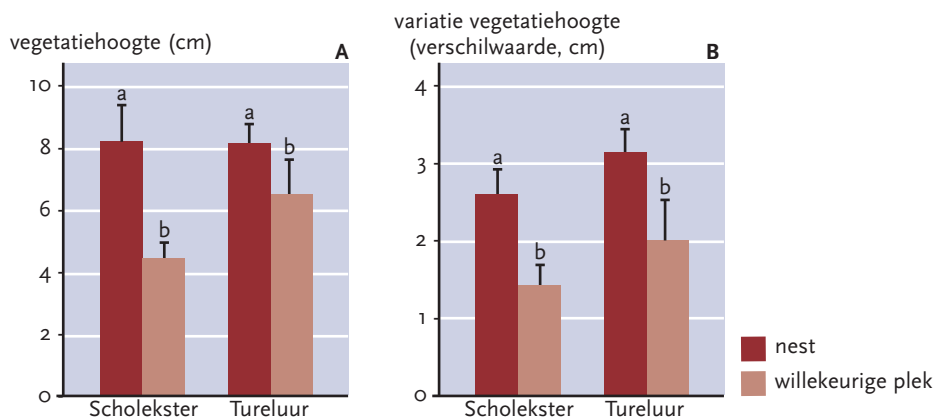


Fig. 3. In vergelijking met willekeurig gekozen plekken broedden zowel Scholeksters als Tureluurs op plekken waar (A) de vegetatie hoger was dan in de rest van het gebied en (B) waar bovendien de verschillen in vegetatiehoogte groter waren. Staafjes met eenzelfde letter waren niet significant verschillend.

Verlies van nesten door beweiding

Vogels die een voorkeur hebben voor de vegetatiestructuur van beweide gebieden lopen het risico dat hun nesten door het vee worden vertrapt, en uiteraard zal die kans toenemen naarmate de veedichtheid hoger is. Verder zou er een effect kunnen zijn van het soort vee en van de positie van de drinkbak waar de dieren steeds heen moeten lopen om te drinken en waardoor er rond drinkplaatsen een verhoogde kans op vertrapping ontstaat. We hebben gebruik gemaakt van kunstnesten in de vorm van ingegraven kleiduiden om het effect van vertrapping vast te stellen.

Kleiduiden zijn gebakken kleischijven die gebruikt worden bij het kleiduidenschieten. De grootte van een kleiduid (doorsnee 10 cm) komt aardig overeen met de grootte van een nest van bijvoorbeeld een Tureluur of een Scholekster. Verdeeld over elk proefvak werden 50 kleiduiden met behulp van een zodeboor ingegraven op een diepte van 10 cm. Nadat de kleiduid in het gat was geplaatst werd het gat weer opgevuld met de plag uit de zodeboor (fig. 4). Hierdoor waren de kleiduiden niet zichtbaar voor het vee, maar wel zo dicht bij het bodemoppervlak dat ze zouden breken wanneer er een dier op zou gaan staan. Na drie weken, ongeveer even lang als de broedtijd van de meeste steltlopers, werden de kleiduiden weer opgezocht. We vonden duidelijke effecten van zowel het soort vee en de veedichtheid op het vertrappingsrisico van de kleiduiden: paarden hadden meer dan twee keer zoveel kleiduiden vertrapt dan runderen en hoe hoger de veedichtheid hoe meer vertrapping (Mandema et al., 2013; fig. 4). Ook was er een hogere vertrappingskans in de buurt van de drinkplaatsen. Deze resultaten sluiten goed aan op de waarnemingen die in het kader van het vegetatieonderzoek werden gedaan: paarden lopen veel meer dan runderen en dat is dan ook de verklaring voor het hogere aantal kleiduiden dat werd vertrapt.

Overwinterende ganzen en beweiding

Ganzen leven van jonge, voedselrijke grascheuten en van planten zoals Zeeweegebree (*Plantago maritima*) en Schorrenzoutgras (*Triglochin maritima*). Deze soorten kunnen zich op wat oudere kwelders alleen handhaven wanneer er beweiding plaatsvindt (Bakker et al., 2003). Maar hoeveel beweiding zou minimaal noodzakelijk zijn voor een goed voedselaanbod voor ganzen op kwelders, en zou het uitmaken welke veesoort er wordt ingeschaard? Om te

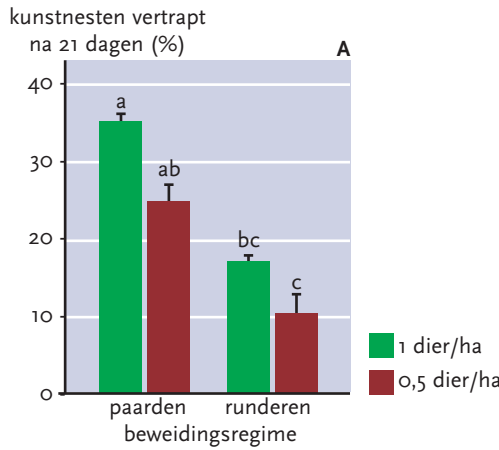


Fig. 4 (A) Het percentage van kunstnesten dat in drie weken tijd door het vee werd vertrapt en **(B)** ingegraven kleiduid als kunstnest (foto: Freek Mandema). Bij beweiding met paarden werden meer nesten vertrapt dan bij beweiding met runderen. De vertrappingskans was ook afhankelijk van de veedichtheid. Staafjes met eenzelfde letter waren niet significant verschillend.

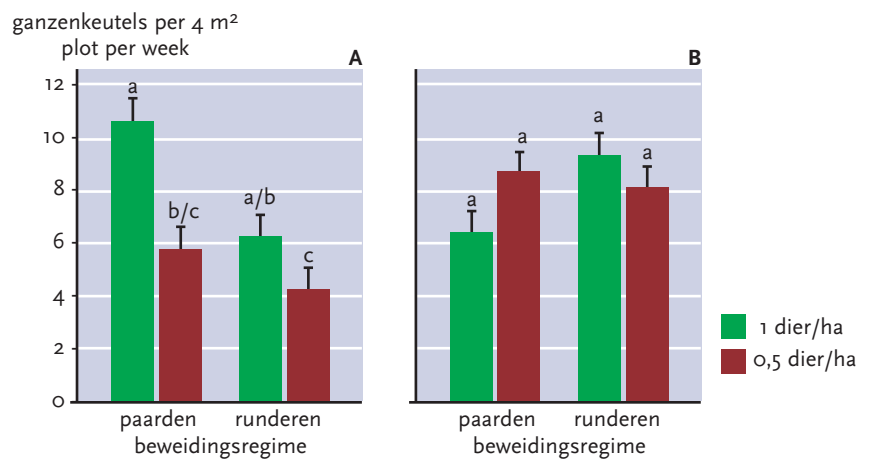


Fig. 5. Het gemiddelde aantal ganzenkeutels dat wekelijks werd geteld in plotjes van 4 m² bij vier verschillende beweidsregimes in het tweede winterhalfjaar van de proef en opgesplitst voor **(A)** het najaar en **(B)** het voorjaar. In de herfst hadden de ganzen een voorkeur voor de proefvakken met een hoge veedichtheid. In het voorjaar was er geen verschil tussen de vier getoonde beheervarianten. Binnen hetzelfde jaargetijde waren staafjes met eenzelfde letter niet significant verschillend.

schatten hoeveel ganzen in een bepaald gebied hebben gefoerageerd kan gebruik worden gemaakt van het aantal keutels dat ze laten vallen. Ganzen eten namelijk de hele dag door en produceren onderwijl om de paar minuten een verse keutel. NFB is tijdens de herfst en het voorjaar een belangrijk foerageergebied voor grote aantallen Rotganzen (*Branta bernicla*) en Brandganzen (*Branta leucopsis*). De Brandgans is in beide jaargetijden het meest talrijk. Wekelijkse tellingen van keutels in plotjes van 4 m² in de herfst van 2011 en het voorjaar van 2012 lieten zien dat het voor ganzen niet veel uitmaakt of een gebied werd beweid met runderen of met paarden. Wel was de veedichtheid van invloed. In het najaar was er een voorkeur voor de proefvakken met 1 dier/ha, terwijl in het voorjaar de verschillende beheerregimes ongeveer evenveel ganzen aantrokken (Mandema et al., 2014b; fig. 5). Het positieve effect in het najaar van de intensie-

vere beweiding op het bezoek van foeragerende ganzen kwam overeen met verschil in vegetatiehoogte tussen de regimes (Nolte et al., 2014). Ganzen kunnen ook een voorkeur voor korte open vegetatie hebben om het risico op predatie te verkleinen. Een mogelijke verklaring voor het verschil in ganzenbezoek tussen na- en voorjaar is dat door inwerking van stormen en overstromingen in het voorjaar de verschillen in vegetatiestructuur tussen de beweidsregimes veel geringer zijn en overall aanbod is van voedselrijke, jonge scheuten.

Beweiding en muizen

Met het oog op het belang van (woel)muizen als voedselbron voor vogels als Velduil (*Asio flammeus*) en Blauwe kiekendief (*Circus cyaneus*) is besloten ook de invloed van de verschillende beweidsregimes op het voorkomen van muizen te onderzoeken. Hiervoor zijn op de hoge kwelder van elk

woelmuis aanwezigheid
(plots, %)

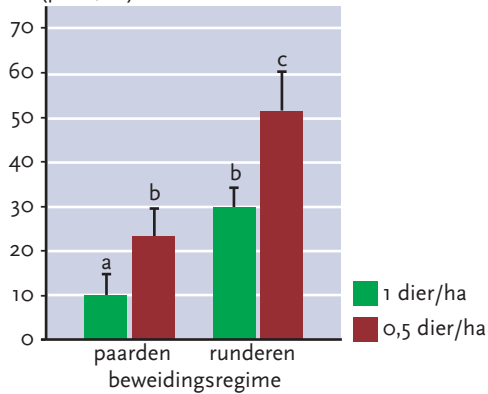


Fig. 6. De aanwezigheid van muizen in de herfst op de hoge kwelder bij verschillende beweidsregimes in het vierde jaar van de proef. Staafdiagram geeft het gemiddelde percentage (\pm standaardfout) van de plotjes van 2 m² waarin sporen werden gevonden die wezen op de aanwezigheid van muizen. Verschillende letters duiden op significante verschillen.

proefvak 60 cirkelvormige plotjes van 2 m² onderzocht op de aanwezigheid van muizen (holletjes, looppaden, keutels of vraatsporen). Deze gegevens zijn nog maar van één jaar verzameld. De eerste resultaten geven aan dat beweiding waarschijnlijk een sterk negatief effect op de aanwezigheid van muizen heeft (fig. 6). Bij 1 paard/ha werden gemiddeld in een gering aantal plotjes (10%) sporen van muizen aangetroffen, terwijl (woel)muizen het meest algemeen waren bij 0,5 rund/ha (>50% van de plotjes). Dit is het regime waar muizen in de herfst potentieel de hoogste dekking hebben. Mogelijk zijn muizen het beste af wanneer er geen beweiding zou plaatsvinden (Bekker, 2007).

Conclusies

In het kwelderbeheer ligt een deel van de beheervraagstukken in de overgangszone van kwelder naar het onbegroeiende wad (van Wesenbeeck et al., 2014). Deze vraagstukken kunnen niet met beweiding worden opgelost. Buiten deze overgangszone kan op veel kwelders beweiding een belangrijk instrument voor het natuurbeheer zijn. Op grond van het experiment is ondanks de korte termijn van vier jaar monitoring een aantal conclusies te trekken voor het beheer van kwelders (tabel 1). Intensieve beweiding met paarden heeft als gunstig effect dat Zeekweek wordt onderdrukt en het zorgt voor een korte vegetatie in het najaar waar ganzen van profiteren. Beweiding met 1 paard/ha heeft op de overige onderzochte aspecten de minst gunstige effecten. Beweiding met 0,5 paard/ha heeft als gunstig effect het teweegbrengen van variatie in structuur, waardoor ook bloem-

productie van Zeeaster mogelijk is. Tegenover een gunstig effect op de variatie in vegetatiehoogte staat een reëtel hoog vertrapingsverlies van vogelnesten. Beweiding met 1 rund/ha heeft als gunstige effecten: onderdrukking van Zeekweek, variatie in structuur van de vegetatie en bloemproductie van Zeeaster, naast geschiktheid voor ganzen. De meeste gunstige effecten worden bereikt door beweiding met 0,5 rund/ha: variatie in structuur en vegetatiehoogte met een groot aandeel hoge vegetatie en bloemproductie van Zeeaster; er worden relatief weinig vogelnesten vertrap en de geschiktheid van de kwelder voor muizen is hier groter dan onder de andere regimes. Een duidelijke conclusie is dat niet één beweidsregime gunstig is voor alle onderzochte facetten van de biodiversiteit van een kwelder. De totale diversiteit aan planten, ongewervelden, broedvogels en overwinteraars is gebaat bij een ruimtelijke afwisseling van een veedichtheid van 1 dier/ha, 0,5 dier/ha en onbeweide delen: onbeweide delen herbergen andere broedvogels (Mandema et al., 2015) en ongewervelden (van Klink et al., 2013) dan beweide delen van kwelders. De voor- en nadelen van een afwisseling van de beweiding in de tijd worden nog nader onderzocht.

Effect	Beweidsregime			
	Paarden (dier/ha)		Runderen (dier/ha)	
	1	0,5	1	0,5
Soortenrijkdom planten	++	(+)	++	(+)
Reductie van Zeekweek	++	(+)	++	(+)
Hoogte vegetatie	--	-	--	-
Variatie in structuur ('patches')	-	+	+	++
Bloemproductie (Zeeaster) korte termijn	-	o	-	o
Bloemproductie (Zeeaster) lange termijn	(--)	(+)	(+)	(+)
Bloemzoekende insecten	--	o	-	o
Soortenrijkdom ongewervelden	--	(-)	--	(-)
Insecten op Zeeaster	(--)	(-)	(--)	(o/+)
Variatie in vegetatiehoogte (nesthabitat)	-	+	-	+
Vertrapping van vogelnesten	++	++	+	+
Voedsel voor zangvogels	(-)	?	?	?
Geschiktheid voor ganzen	++	+	+	o/+
Geschiktheid voor woelmuizen	--	-	-	o/?

-- sterke afname; - afname; o geen effect; + toename; ++ sterke toename
■ effect gunstig ■ effect ongunstig

Tabel 1. Overzicht van de onderzochte effecten van de verschillende beweidsregimes in de beweidsproef na vier jaar op potentiële beheerdoelen langs een vijfdelige schaal. De schaal geeft het effect ten opzichte van de situatie zonder beweiding. Tussen haakjes geplaatste effecten zijn niet bewezen, maar worden waarschijnlijk geacht op basis van literatuur of voorlopige resultaten. Met een vraagteken is aangegeven dat de kennis ontbreekt om het effect op basis van de gebruikte schaal te beoordelen. Door middel van een achtergrondkleur is aangegeven of een effect als gunstig of ongunstig wordt gezien.

Literatuur

- Bakker, J.P., D. Bos & Y. de Vries, 2003.** To graze or not to graze, that is the question. In: W.J. Wolff, K. Essink, A. Kellerman & M.A. van Leeuwe (eds). Proceedings of the 10th International Scientific Wadden Sea Symposium. Ministry of Agriculture, Nature Management and Fisheries / Department of marine biology, University of Groningen, Groningen: 67–88.
- Bekker, D.L., 2007.** Onderzoek naar de relatie beheer - woelmuizen - blauwe kiekendieven en velduilen op Texel. rapport 2007.002. Zoogdiervereniging VZZ, Arnhem.
- Dumont, B., J.P. Garel, C. Ginane, F. Decuq, A. Farruggia, P. Pradel, C. Rigolot & M. Petit, 2007.** Effect of cattle grazing a species-rich mountain pasture under different stocking rates on the dynamics of diet selection and sward structure. *Animal* 1: 1042–1052.
- Duncan, P., T. Foose, I. Gordon, C. Gakahu & M. Lloyd, 1990.** Comparative nutrient extraction from forages by grazing bovines and equids – a test of the nutritional model of equid bovine competition and coexistence. *Oecologia* 84: 411–418.
- Kiehl, K., I. Eischeid, S. Gettner & J. Walter, 1996.** The impact of different sheep grazing intensities on salt marsh vegetation in Northern Germany. *Journal of Vegetation Science* 7: 99–106.
- Klink, R. van, 2014.** Of dwarfs and giants. How

large herbivores shape arthropod communities on salt marshes. Proefschrift Rijksuniversiteit Groningen.

Klink, R. van, C. Rickert, R. Vermeulen, O. Vorst, M.F. WallisDeVries & J.P. Bakker, 2013. Grazed vegetation mosaics do not maximize arthropod diversity: evidence from salt marshes. *Biological Conservation* 164: 150-157.

Klink, R. van, F.S. Mandema, J.P. Bakker & J.M. Tinbergen, 2014. Foraging site choice and diet selection of meadow pipits (*Anthus pratensis*) breeding on grazed salt marshes. *Bird Study* 61: 101-110.

Klink, R. van, M. Schrama, S. Nolte, J.P. Bakker, M.F. WallisDeVries & M.P. Berg, 2015. Defoliation and soil compaction jointly drive grazing effects on plants and soil arthropods on clay soils. *Ecosystems* 18:671-685.

Mandema, F.S., J.M. Tinbergen, B.J. Ens & J.P. Bakker, 2013. Livestock grazing and trampling of birds' nests: an experiment with artificial nests. *Journal of Coastal Conservation* 17: 409-416.

Mandema, F.S., J.M. Tinbergen, B.J. Ens & J.P. Bakker, 2014a. Spatial diversity in canopy height at Redshank and Oystercatcher nest sites in relation to livestock grazing. *Ardea* 101:105-112.

Mandema, F.S., J.M. Tinbergen, J. Stahl, P. Esselink & J.P. Bakker, 2014b. Habitat preference of geese is affected by livestock grazing – seasonal variation in an experimental field evaluation. *Wildlife Biology* 20: 67-72.

Mandema, F.S., J.M. Tinbergen, B.J. Ens, K. Koffijberg, K.S. Dijkema & J.P. Bakker, 2015. Moderate grazing of livestock on salt and brackish marshes benefits breeding birds along the mainland coast of the Wadden Sea. *The Wilson Journal of Ornithology* 127: 467-476.

Nolte, S., 2014. Grazing as a nature management tool. The effect of different livestock species and stocking densities on saltmarsh vegetation and accretion. Proefschrift Rijksuniversiteit Groningen.

Nolte, S., P. Esselink & J.P. Bakker, 2013. Flower production of *Aster tripolium* is affected by behavioral differences in livestock species and stocking densities – The role of activity and selectivity. *Ecological Research* 28: 821-831.

Nolte, S., P. Esselink, C. Smit & J.P. Bakker, 2014. Herbivore species and density affect vegetation-structure patchiness in salt marshes. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 185: 41-47.

Vlas, J. de, F. Mandema, S. Nolte, R. van Klink & P. Esselink, 2013. Natuurbeheer van kwelders. De invloed van beweiding op de biodiversiteit. PUCIMAR rapport 09. It Fryske Gea, Olterterp. <http://www.waddenloket.nl/Kwelders.2579.o.html>

Wesenbeeck, B.K. van, P. Esselink, A.P. Oost,

W.E. van Duin, A.V. de Groot, R.M. Veeneklaas, T. Balke, P. van Geer, A.C. Calderon & A. Smale, 2014. Verjonging van half-natuurlijke kwelders en schorren. Rapport 2014/OBN196-DK.

VBNE, Vereniging van Bos- en Natuurterreineigenaren, Driebergen. http://dt.natuurkenis.nl/uploads/OBN196_DK_Verjonging_van_halfnatuurlijke_kwelders_en_schorren.pdf.

Summary

Influence of livestock grazing on biodiversity of salt marshes

Livestock grazing is often recommended to preclude the development of European salt marshes into a species-poor late-successional stage that is frequently dominated by Sea couch (*Elytrigia atherica*). It remains unclear, however, how grazing may be optimized for conservation management in order to maintain relatively high levels of biodiversity. To address this question, a grazing experiment was implemented at Noord-Friesland Buitendijks, a mainland salt marsh along the Dutch coast of the Wadden Sea. In an experimental approach, the effects of livestock species and stocking density were studied by means of summer grazing in paddocks of 11 ha, viz.: horse and cattle grazing with high (1 animal/ha) and low (0.5 animal/ha) stocking densities. There was a clear difference between the effects of horse and cattle grazing on the vegetation. Horses require more energy, are more mobile, consume more biomass, and moved greater distances from the watering points even at low stocking densities. Cattle preferred the higher salt marsh and grazed closer to the waterpoints. At low stocking densities, a spatial mosaic of short and tall vegetation developed, of which the scale was partly determined by livestock species. Flower-visiting insects and their most important food plant (*Aster tripolium*) were most abundant at low stocking densities.

No differences were found in the density of breeding birds among the different grazing regimes, which could be due to the relatively small scale of the experiment and the short duration of the study (three years). The breeding success of birds, however, was strongly negatively impacted by horse grazing, as horses, through their higher activity levels, trampled many more nests than cattle. During autumn, geese had a clear preference for areas with high stocking densities which were characterised by short and homogeneous vegetation. Voles seemed to be most abundant at low stocking densities with cattle.

We showed that different grazing regimes benefit different taxa, with the most favourable effects occurring at low cattle densities. We

conclude, however, that the overall diversity of salt marshes benefits the most by establishing and maintaining a spatial mosaic of different management regimes: intensively grazed, lightly grazed, and ungrazed areas. The extent to which this spatial variation should be varied also at a temporal scale remains to be investigated.

Dankwoord

Gedurende het project hebben veel mensen een belangrijke bijdrage geleverd aan het onderzoek. Zonder iemand tekort te willen doen, willen we op deze plek de volgende personen bedanken voor hun bijdrage: Julia Stahl en Kees Koffijberg (beide SOVON), Rikjan Vermeulen (Stichting Willem Beyerinck Biologisch Station) en Kees Dijkema (Imares). Jaap de Vlas leverde met zijn samenvatting van het onderzoeksproject in een brochure een grote bijdrage aan de totstandkoming van deze publicatie. Het onderzoek is uitgevoerd in opdracht van en in samenwerking met It Fryske Gea en werd mogelijk gemaakt door een subsidie van het Waddenfonds (project WF 200451).

Dr. P. Esselink
PUCIMAR Ecologisch Onderzoek en Advies
Boermarke 35
9481 HD Vries
peter.puccimar@gmail.com

Dr. B.J. Ens
Sovon Vogelonderzoek Nederland
Toernooiveld 1, 6525 ED Nijmegen
Bruno.Ens@sovon.nl

Prof.dr. J.P. Bakker
dr.ir. D.D.G. Lagendijk
dr. F.S. Mandema
dr. S. Nolte
prof.dr. J.M. Tinbergen
dr.ir. R. van Klink
Conservation Ecology Group
Rijksuniversiteit Groningen
Postbus 11103
9700 CC Groningen
j.p.bakker@rug.nl,
f.s.mandema@gmail.com
d.d.g.lagendijk@rug.nl
stefanie.nolte@uni-hamburg.de
j.m.tinbergen@rug.nl
roel.vanklink@iee.unibe.ch

Prof.dr.ir. M.F. Wallis de Vries
De Vlinderstichting
Postbus 506
6700 AM Wageningen
michiel.wallisdevries@vlinderstichting.nl